

14. 9. 2004.

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

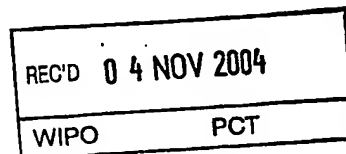
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 8 9 2 2 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 8 9 2 2 3]

出 願 人 株式会社日立国際電気
Applicant(s):

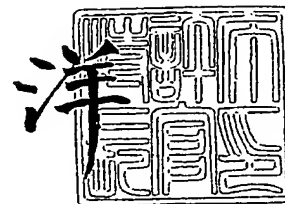


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 0 月 2 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 9 4 8 3 6

【書類名】 特許願
【整理番号】 20310247
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/22
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立国際電気
 内
 【氏名】 竹田 智彦
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立国際電気
 内
 【氏名】 杉原 賢
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立国際電気
 内
 【氏名】 浜野 勝艶
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立国際電気
 内
 【氏名】 吉野 晃生
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立国際電気
 内
 【氏名】 石丸 信雄
【特許出願人】
 【識別番号】 000001122
 【氏名又は名称】 株式会社日立国際電気
【代理人】
 【識別番号】 100090136
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 油井 透
【選任した代理人】
 【識別番号】 100091362
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 阿仁屋 節雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100105256
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 清野 仁
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 013653
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

制御可能な高周波電源を有する高周波電源部を備え、前記高周波電源から高周波電力を処理室に設けられた放電用電極に整合器を介して印加し、前記処理室内にプラズマを生成する基板処理装置において、前記高周波電源部に、

前記放電用電極から反射する高周波電力の反射波、又は／及び放電用電極に向かう高周波電力の進行波に対して検出器を結合させる方向性結合器と、

前記整合器により前記高周波電源と前記放電用電極とのインピーダンス整合が取れているとき、前記方向性結合器から取り出される反射波の変動を検出する検出器と、

前記検出器の検出結果に応じて、前記放電用電極への高周波電力の印加を一時停止するように前記高周波電源を制御する制御手段とを設け、

前記検出器は、前記反射波のレベルがレベル設定値以上のときレベル検出信号を出力し、前記反射波を微分したレベルが微分設定値以上のとき微分検出信号を出力することにより、反射波の変動を検出するものであり、

前記制御手段は、前記検出器から前記レベル検出信号及び微分検出信号が同時に出力されたとき、前記放電用電極への高周波電力の印加を一時停止するように前記高周波電源を制御するものである基板処理装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】基板処理装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマを用いて基板を処理する基板処理装置に係り、特にマイクロアークの発生を抑制するための装置に関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロアークとは、プラズマ中の局在的、瞬間的な異常放電をいう。このマイクロアークはプラズマ処理装置で発生する。プラズマ処理装置として、例えば図5に示すような、平行平板電極による容量結合型のプラズマ処理装置がある。このプラズマ処理装置は、処理室10内に平行平板電極20が設けられ、接地された下電極（アノード）20aに基板Wが載置される。上電極（カソード）20bには整合器30を介して高周波電源40が接続されて、電極20間に高周波電力が印加される。処理室10に反応ガスが供給されると、電極20間にアーク放電が起こり、プラズマPが発生する。このプラズマPにより反応ガスを活性化して基板Wに成膜などの処理を施すように構成される。

【0003】

アーク放電中に、電極20からゴミが落ちたり、電極20の表面から皮膜が剥離したりする。これらの落下ゴミや剥離皮膜がトリガになってマイクロアークが起こる。マイクロアークは、アノード20aとカソード20bのうち、電極表面に異常が発生しやすいカソード20b側に発生することが多い。しかし、アノード20a上の基板表面、あるいは処理室内壁にも発生する。図5中に、基板表面、カソード表面、及び処理室内壁で発生したマイクロアーク50a、50b、及び50cをそれぞれ示す。なお、基板WはLCD用のガラス基板、半導体ウェハ基板等であり、基板Wの周囲に、複数枚のセラミックス板を繋ぎ合わせて構成した電極カバー（図示せず）を使用するが、その継ぎ目にも、マイクロアークが発生することがある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、LCD用ガラス基板や半導体シリコン基板が大型化している。単位面積あたりのマイクロアークの発生頻度を一定とすると、基板サイズの拡大に伴って、マイクロアーク発生頻度、確率が大きくなる。また、基板の大型化により放電用電極に印加する電圧も高電圧化しているが、放電用電極に印加する電圧の増加に伴って、マイクロアークの発生頻度、確率が大きくなる。

【0005】

マイクロアークが発生すると、マイクロアークによって金属製電極表面が部分的に溶けたり、欠損したり、えぐれたりして、その金属飛沫が基板上にかかり、基板が金属汚染される。また、マイクロアークによる皮膜剥離により、基板上に異物や膜の破片が付着して、基板上の膜厚分布が局所的に異常となる。また、トータルの歩留まり低下が生じ、基板処理装置へのダメージも発生するため、メンテナンスサイクルが短くなる。その結果、基板処理装置の稼働率や、生産性が低下する。

基板が小型で、低電圧であった従前では、マイクロアークは、さほど問題とされていなかったが、上述したように、基板の大型化、電極への印加電圧の高電圧化に伴って、被害が大きくなるため、マイクロアーク発生防止の要請が大きくなっている。

そこで、マイクロアークが発生したら、これを速やかに検出して瞬間的にマイクロアークを止める必要がある。通常のアーク放電は、高電圧で大電流が流れるので、その検出は容易である。しかし、マイクロアーク放電は、低電圧で電流も小さく、局所的に発生するため、その検出が困難である。

このことは、容量結合型に限らず、変形マグネトロン型、誘導結合型、ヘリコン波型、ECR型、表面波励起型にも言える。

【0006】

なお、高周波放電に代えて、CWパルス放電にすると、マイクロアークの発生を防止することは可能である。しかし、電極に供給される平均の高周波電力が低下してしまうので、成膜速度の低下や、膜質の劣化を招くという問題があり、採用できない。

また、逆に電極間に加える高周波電力を高くして、マイクロアークの検出を容易にすることも考えられる。しかし、高周波電力を高くすると、逆にマイクロアークの確率が高くなり、発生頻度がアップするという問題があり、これも採用できない。

【0007】

本発明の課題は、上述した従来技術の問題点を解消して、マイクロアークの発生を抑制することが可能な基板処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の発明は、制御可能な高周波電源を有する高周波電源部を備え、前記高周波電源から高周波電力を処理室に設けられた放電用電極に整合器を介して印加し、前記処理室内にプラズマを生成する基板処理装置において、前記高周波電源部に、前記放電用電極から反射する高周波電力の反射波、又は／及び放電用電極に向かう高周波電力の進行波に対して検出器を結合させる方向性結合器と、前記整合器により前記高周波電源と前記放電用電極とのインピーダンス整合が取れているとき、前記方向性結合器から取り出される反射波の変動を検出する検出器と、前記検出器の検出結果に応じて、前記放電用電極への高周波電力の印加を一時停止するように前記高周波電源を制御する制御手段とを設け、前記検出器は、前記反射波のレベルがレベル設定値以上のときレベル検出信号を出力し、前記反射波を微分したレベルが微分設定値以上のとき微分検出信号を出力することにより、反射波の変動を検出するものであり、前記制御手段は、前記検出器から前記レベル検出信号及び微分検出信号が同時に出力されたとき、前記放電用電極への高周波電力の印加を一時停止するように前記高周波電源を制御するものである基板処理装置である。

【0009】

高周波電力を放電用電極に印加すると、放電用電極間にプラズマ放電が発生する。このプラズマ放電には、正常放電と異常放電（マイクロアークを含む）とがある。正常放電では、整合器によりインピーダンス整合が取れていると、放電用電極からは反射波は発生しない。しかし、マイクロアークでは反射波が発生する。このマイクロアーク発生時の反射波を方向性結合器により取り出し、検出器によって、その反射波の変動を検出する。制御手段は、検出器の検出結果に応じて、装置や基板にダメージを与える有害なマイクロアークであると判断したとき、制御信号を出力して高周波電源を制御し、放電用電極に高周波電力を印加するのを一時停止させる。この一時停止により、プラズマ放電を維持したまま、マイクロアークのみを消滅させることができる。

このように、方向性結合器を設け、方向性結合器から取り出した信号を検出し、その検出結果に応じて、高周波電源を制御するだけという簡単な構造で、有害なマイクロアークの発生を有効に抑制することができる。

【0010】

ところで、マイクロアークが発生しても、マイクロアークが常に装置にとって有害となるわけではない。反射波のレベルが所定値以上で、反射波の立上がりが急峻なマイクロアークが発生した時に、マイクロアークは、装置にとって有害となる。

したがって、検出器によって反射波のレベルがレベル設定値以上で、かつ、反射波を微分したレベルが微分設定値以上のとき、反射波の変動を検出するようにすれば、有害なマイクロアークの発生を、より有効に検出することができる。

【0011】

第2の発明は、第1の発明において、前記検出器は、前記反射波の変動を検出する機能に加えて、さらに前記進行波を遅延させた遅延進行波信号を出力する機能を有し、前記制御手段は、前記遅延進行波信号が出力されている時に、前記高周波電源を制御するものである基板処理装置である。

反射波の変動条件に、進行波の遅延条件を加えて、これらの条件が全て成立した時に、高周波電力の印加を一時停止するようにしたので、放電初期にインピーダンス段整合が取れていないことにより生じる正常放電時の反射波を無視して、マイクロアークに起因する反射波のみをとらえて、有害なマイクロアークのみを抑制することができる。

なお、反射波の変動条件に進行波の遅延条件を加えて、これらの条件が全て成立した時に、高周波電源を制御するようにする回路は、AND回路で容易に実現することができる。

【0012】

第3の発明は、第1又は第2の発明において、前記制御手段は、前記高周波電源を制御する制御信号を、さらにモニタ信号として高周波電源部から出力するものである基板処理装置である。

モニタ信号を記録して管理することにより、基板処理装置の設定条件異常や、故障予測ないしメンテナンス時期を知ることが容易にできるようになる。

【0013】

第4の発明は、第1ないし第3の発明において、前記高周波電源からの高周波電力の印加を一時停止する停止時間が100～300 μ secであることを特徴とする基板処理装置である。

高周波電力の一時停止時間が100～300 μ secの時、通常アークに悪影響を与えることなく、マイクロアークの発生を有効に抑制できる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、マイクロアークの発生を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下に、本発明を実施するための最良の形態について説明する。

【0016】

図2は最良の形態による基板処理装置のブロック図である。基板処理装置は、平行平板電極による容量結合型のプラズマ装置であり、基板Wをプラズマ処理する処理室200を備える。処理室200には、図示しないが、ガスを供給しつつ排気する給排系が設けられる。又、処理室200に設けた放電用の一對の電極210、210間に高周波電力(RF電力)を印加する高周波電源部(RF電源部)100と、RF電源部100と電極210との間に設けられて、これらのインピーダンスを整合するための整合器300とを備える。

RF電源部100は、RF電力を制御可能に出力するRF発振部110と、処理室200に設けた電極210から反射してくる反射波Pr信号、又は/及びRF発振部110から電極210に向かうRF電力の進行波Pf信号(以下、単にPf/Pr信号という)を検出する検出手段120と、検出手段120の検出結果に応じて高周波カット信号(RFカット信号)をRF発振部110に加える制御手段130とから構成される。

上述したRFカット機能を有するRF電源部100を、マイクロアークカットということもある。

【0017】

図1は、基板処理装置のRF電源部100の詳細図である。

RF発振部110から出力されるRF電力は、検出手段120を介してRF電源部100の外に取り出されて、整合器300に入力される。また、制御手段130からRF発振部110へ出力される制御信号としてのRFカット信号は、RF電源部100の外部へカット動作モニタ信号(B)としても出力される。また、RF電源部100から、放電初期に整合器300を制御するためのPf/Pr信号(A)も出力されるように構成される。

【0018】

RF電源部100を構成するRF発振部110、検出手段120、及び制御手段130を具体的に説明する。

RF発振部110は、高周波電源(RF電源)111を有する。RF電源111は、RF発振器112と、増幅度が制御可能なRF増幅器113とから構成される。RF発振器112により13.56MHzの高周波信号(RF信号)を発生し、このRF信号をRF増幅器113により、プラズマPを発生させるために必要な電力まで増幅する。増幅されたRF電力は、パワーセンサ114を介してRF発振部110から取り出され、検出手段120に入力される。検出手段120に入力されたRF電力は、検出手段120の一部を構成する方向性結合器121に入力され、この方向性結合器121を介してRF電源部100から取り出されるように構成される。RF電源部100から取り出されたRF電力は整合器(マッチングボックス)300を介して処理室200に設けた電極210に印加される。

ここで、必要な電力としては、例えば2000Wである。なお、検出手段120の残りの部分は、後述する検出器122で構成される。

【0019】

また、RF発振部110はCPU116を有する。このCPU116はRF電力の供給を一時停止する。

整合器300の制御を実現する手段はつぎのように構成される。RF発振部110のRF電源111の出力段にパワーセンサ114が設けられる。パワーセンサ114は、RF増幅器113から出力されるRF電力の進行波Pf信号又は/及び電極210から反射する反射波Pr信号(Pf/Pr信号)を検出する。パワーセンサ114で検出したPf/Pr信号はA/D変換器115によってデジタル信号に変換され、CPU116に入力される。CPU116は、上記Pf/Pr信号を処理してPf/Pr信号を、例えば4ms程度に伸ばして出力する。このPf/Pr信号はD/A変換器117によって再度アナログ信号に変換され、RF電源部100の外部に出力される。

【0020】

RF電力の供給一時停止を実現する手段はつぎのように構成される。RF発振部110のCPU116に、後述する制御手段130からRFカット信号が加えられると、CPU116は、そのRFカット信号をRF電源111のRF増幅器113に入力して、RF増幅器113の増幅度をゼロとし、RFカット信号が出力されている間、電極210に印加するRF電力を一時的に停止する。なお、RFカット信号をRF増幅器113ではなく、RF発振器112に加えて、発振を一時的に止めることにより、電極210に印加するRF電力を一時的に停止するようにしてもよい。

【0021】

一方、検出手段120は、方向性結合器121と検出器122とから構成される。

方向性結合器121は、RF発振部110と整合器300との間の伝送系に挿入されて、伝送系中を進行するRF電力波に対して検出器122を結合する。したがって、この方向性結合器121によって、パワーセンサ114から出力されるRF電力の進行波Pf信号が、整合器300側と検出器122側とに分岐される。又、電極210から反射されるRF電力の反射波Pr信号が、パワーセンサ114側と検出器122側とに分岐される。

【0022】

検出器122は、方向性結合器121に結合する検波回路123を有し、この検波回路123によって、Pf/Pr信号を検波する。検波回路123からは3つの信号が出力される。2つのPr信号と1つのPf信号である。この検波回路123によるPf/Pr信号の監視は、サンプリングによって常時行うようにする。

【0023】

検波回路123により検波された信号のうち、第1のPr信号はPrレベル検出回路124に入力される。第2のPr信号は微分レベル検出回路125に入力される。第3のPf信号は、遅延回路126に入力される。なお、遅延回路126は、CR回路で容易に構成することができる。

【0024】

Prレベル検出回路124によって、第1のPr信号は、レベル設定値と比較される。

P_rレベルがレベル設定値以上になったとき、後述するマイクロアークの抑制条件(1)を満たしたものとみなし、P_rレベル検出回路124はレベル検出信号を出力する。微分レベル検出回路125によって、第2のP_r信号は、微分設定値と比較される。微分レベルが微分設定値以上になったとき、マイクロアークの抑制条件(2)を満たしたものとみなし、微分レベル検出回路125は微分検出信号を出力する。遅延回路126によって第3のP_f信号は所定時間遅延させられ、CR遅延回路126は遅延進行波信号を出力する(マイクロアーク抑制条件(3))。

P_rレベル検出回路124のレベル設定値としては例えば100mV_{pp}、微分レベル検出回路125の微分設定値としては、例えば400mV_{pp}/2μsecである。

【0025】

P_rレベル検出回路124、微分レベル検出回路125、CR遅延回路126の各出力は、検出手段120から取り出され、制御手段130に加えられる。制御手段130では、各回路124~126からの出力はAND回路131に入力される。各回路124~126から同時に検出出力が入力された時だけ、AND回路131から一致出力信号が出される。一致出力信号はRFカット信号出力回路132に入力されて、RFカット信号として制御手段130から取り出されて、RF発振部110のCPU116に加えられる。前述したように、CPU116は、制御手段130からRFカット信号が加えられると、そのカット信号をRF増幅器113に加えて、RF増幅器113の増幅度をゼロとし、電極210に印加するRF電力を一時的に停止する。

RFカット信号のパルス幅となる一時停止時間T₁としては、例えば200μsecである。また、AND回路131の動作感度としては、マイクロアークのパルス幅に相当する2~3μsecが好ましい。

【0026】

AND回路131からの一致出力信号は、RFカット信号出力回路132の他に、ピークホールド回路133にも入力される。一致出力信号のパルス幅はピークホールド回路133で所定時間伸ばされて出力され、制御手段130、RF電源部100よりカット動作モニタ信号として取り出される。このカット動作モニタ信号は、基板処理装置を統括制御する上位コンピュータ(図示せず)に通知される。

上記所定時間としては、例えば200msecあることが好ましく、この場合、AND回路131から一致出力信号が出力される毎に、200msecのパルス幅のカット動作モニタ信号(B)が出力されることになる。

【0027】

次に上述した構成の作用、すなわちマイクロアークカッタの作用を説明する。

(1) 放電初期

処理室200内にガスを導入しつつ排気させる。RF電源111をオンして、RF電源部100から、方向性結合器121及び整合器300を介して処理室200に設けた一对の電極210間に、RF電源部100からRF電力を供給して、電極210間にプラズマPを生成させる。

【0028】

図6(a)に示すように、RF電源111をオンすると、RF電力(進行波P_f)は段階的に上がっていき、その過程で、プラズマPが生成される。RF電力は、所定値に達したら安定供給に切換えられる。RF電力の安定供給後にマイクロアークが発生すると、電極210から反射する反射波P_{r1}が進行波P_fに重畳され、進行波P_fのレベルが変動する。しかし、進行波P_fレベルに対する反射波P_{r1}レベルはとても小さいので、進行波P_fレベルの変動から反射波P_{r1}を検出することは困難である。

【0029】

また、RF電源111をオンすると、図6(b)に示すように、電極210から反射される反射波P_rは、放電中の他に、放電初期でも発生する。放電中に発生する反射波をP_{r1}とし、放電初期に発生する反射波をP_{r0}としている。放電初期でも反射波P_{r0}が発生するのは、RF電源111をオンすると、CPU116から出力されるP_f/P_r信号

によって、整合器 300 が制御されて、RF 電源 111 と電極 210 とのインピーダンス整合を取るが、放電初期には、まだインピーダンス整合が取れていないためである。放電初期に発生する反射波 P_{r0} を無視するために、進行波 P_f は、検出器 122 の遅延回路 126 によって所定時間遅延させられる。

この放電初期は、検出器 122 の検波回路 123 で検出された進行波 P_f が遅延回路 126 によって遅延されるために、制御手段 130 の AND 回路 131 の AND 条件は取れないようになっている。したがって、インピーダンス整合が取れるまでの放電初期では、 P_r レベル設定値及び P_r 微分レベル設定値を上回る反射波 P_r が検出されても、制御手段 130 からは RF カット信号は出力されない。

また、放電初期、RF 電源部 100 から出力される P_f/P_r 信号 (A) によって整合器 300 を制御して、RF 電源 111 のインピーダンスと電極 210 のインピーダンスとを整合させる。

【0030】

(2) 放電中

実施の形態によれば、放電中に発生する反射波 P_{r1} は、次のようにしてカットされる。

図 3 に示すように、放電中に、3 つの反射波 A、B、及び C が、検出器 122 の検波回路 123 から検出されたとする。図 4 に詳細に示したように、反射波は、マイクロ秒オーダで発生しており、反射波 A は、波形の傾きが微分設定値の $400\text{ mV}_{pp}/2\text{ }\mu\text{sec}$ よりも大きくて急峻であるが、 P_r 検出レベルはレベル設定値の 100 mV_{pp} より小さい。反射波 B は、 P_r 検出レベルはレベル設定値の 100 mV_{pp} よりも大きい、波形の傾きが微分設定値の $400\text{ mV}_{pp}/2\text{ }\mu\text{sec}$ よりも小さく緩い。反射波 C は、上記した各設定値よりも P_r 検出レベルが大きく、波形の傾きが大きくて急峻であり、マイクロカッタの対象となる。

【0031】

これらの反射波 A、B、及び C は方向性結合器 121 により取り出されて、検出器 122 に入力される。反射波 A については、 P_r 検出レベル 124 から検出信号は出力されないが、 P_r 微分レベル検出回路 125 からは検出信号が出力される。反射波 B については、 P_r 検出レベル検出回路 124 から検出信号が出力されるが、 P_r 微分レベル検出回路 125 からは検出信号は出力されない。

反射波 C については、 P_r 検出レベルは 400 mV_{pp} 以上であり、設定値を越えているため、 P_r レベル検出回路 124 から検出信号が出力される。又、 P_r 微分レベルも急峻であり、設定値を越えているため、 P_r 微分レベル検出回路 125 からも検出信号が出力される。さらに、反射波 C の出ているタイミングは、反射波 C の発生時期が放電初期から外れた安定放電期間中に入っているため、CR 遅延回路 126 からは、遅延 P_f 信号が出力されている。

【0032】

したがって、AND 回路 131 の一致条件が全て取れて、RF カット信号出力回路 132 から CPU 116 に RF カット信号が出力される。この信号によって、CPU 116 は、図 3 に示すように、予め RF カット信号のパルス幅で設定した停止時間 T_1 だけ、RF 電源 111 の RF 増幅器 113 の増幅度をゼロにして、RF 電力 P_f の出力を一時停止する。この P_f 出力の停止により、電極 210 からの反射波 C は、それ以上の大きさに成長する前に速やかにカットされ、消失する。一時停止時間 T_1 経過後、RF 電源 111 の RF 増幅器 113 の増幅度は元に戻り、再び RF 電力の給電が開始されて、 2000 W の RF 電力が電極 210 に供給される。ただし、給電開始から時間 T_2 の間だけ、RF カット動作を禁止する。時間 T_2 以内の間に、再度 P_f 出力を停止すると、通常放電を維持できなくなるからである。したがって、この間は、未監視時間となる。

カット動作禁止時間 T_2 経過後は、通常の監視体制に入り、マイクロアークが発生する毎に、上述した RF カット動作を繰り返して、マイクロアークの成長を速やかに抑制する。

【0033】

ここで、RFカット動作させてRF電力の供給を停止する一時停止時間 T_1 は、100～300 μsec とするのがよい。100 μsec よりも短いとマイクロアークを消滅できないからである。また、300 μsec よりも長いと、アーク放電自体が停止してプラズマPが消滅し、プラズマの周辺にトラップされていた反応生成物やパーティクルがウェハ上に落下するからである。したがって、一時停止時間は100～300 μsec の範囲が好ましい。この一時停止時間の値は、基板処理装置、RF電力の大きさや、基板サイズとはあまり相関がなく、ほぼ共通であった。マイクロアークは、局所的に起きるからであると考えられる。

なお、カット動作禁止時間 T_2 は、例えば500 μsec 程度とするのがよい。

【0034】

(3) マイクロアーク発生の通知

AND回路131から一致信号が出力される度に、その出力はピークホールド回路133にも入力されて、少なくとも200msecのパルス幅をもつ信号に変換されて、カット動作モニタ信号(B)としてRF電源部100より取り出される。これは、制御手段130のAND回路131の動作感度が2～3 μsec であり、このパルス幅の短い信号をそのままRF電源部100から取り出しても、装置全体のCPUのクロック周期が前記パルス幅よりも遅いため、基板処理装置の上位コンピュータが、そのカット動作モニタ信号を検出できないおそれがある。このため、ピークホールド回路133で、2～3 μsec 程度の一致出力信号のパルス幅を、200msec程度に伸ばしている。このため、上位コンピュータによって、カット動作モニタ信号をサンプリング可能となり、確実に検出できるようにすることができる。

【0035】

カット動作モニタ信号を上位コンピュータでカウントして、そのカウント数からカット動作モニタ信号の頻度が増えてきたことが分ると、電極の寿命を知ることができる。又は、プラズマ条件設定が問題であると判定できる。具体的には、カット動作信号の頻度がアップすると、電極の状態が悪化、基板のハンドリングミスによる基板の位置ずれ、異常発生、状態パラメータ(RF電源異常、整合器異常、処理室内圧力異常等)等をチェックすることができる。その結果、未然に大きな損害を防止できる。

【0036】

(4) 放電終了

基板に所定時間のプラズマ処理を行なったら、ガス導入及びRF電力印加を終了して、基板処理を完了する。

【0037】

ここで、前述した3つマイクロアーク抑制条件(1)～(3)を説明する。

(1) Prレベルが所定値以上であること

Pr出力が発生しても、その振幅(レベル)が小さいか、又は成長途上で小さい間は問題は生じない。振幅が或る程度大きくなると問題が生じる。換言すれば、Prレベルが所定値になったとき、所定値以上のレベルのPrが発生しないように、そのPr波形を所定値でカットする必要がある。したがって、Pr出力の立上りレベルを検出することにより、そのレベル値から発生したマイクロアークが有害か否かを判定する必要がある。

(2) Pr微分レベルが所定値以上であること

Pr出力が急峻な場合に問題が生じる。したがって、微分してその傾きをレベルとして検出する。Pr出力波形が緩やかであると、処理室内でのダメージはほとんど生じない。Pr出力波形が急峻であると、金属電極表面や、基板、さらには処理室内壁に与えるダメージが大きい。

(3) 安定放電開始後に発生する反射波Prのみを対象とすること

放電初期の反射波 P_{r0} を無視して、Pfが安定した後に発生するマイクロアークの反射波 P_{r1} のみを検出対象とする必要がある。なお、Pf信号から直接マイクロアークの反射波 P_{r1} 信号を検出することは、Pf信号に対して相対的に P_{r1} が小さいため、困難

である。

【0038】

以上述べたように、実施の形態のマイクロアークカッタによれば、スプラッシュ発生時に反射波 P_r が急峻に変動することから、この変動を検出して、検出出力から RF 電力の供給を止めるようにしたので、マイクロアークの発生を有効に抑制することができる。この場合において、装置や基板にダメージを与えるマイクロアークを、反射波レベルとそのレベルの傾きとから定義して、この定義に合致するときのみ、反射波の変動を検出するようにしたので、真にダメージを与えるマイクロアークの発生のみを有効に抑制できる。

【0039】

また、通常のアーク放電を継続しておいて、マイクロアークが発生したら、一時的に RF 電力の供給を止めるようにしたので、マイクロアークの発生のみを抑制することができる。また、RF 電力の供給を一時停止させた後、再び RF 電力の供給を再開するので、プラズマが消えたり、プラズマ放電領域が全体が縮小してしまったりすることなく、速やかにプラズマを元の状態に再生することができる。したがって、プラズマの周辺にトラップされている反応生成物等が基板上に落下することなくなり、基板の膜厚分布が局所的に異常となることもなく、トータルの歩留まりが向上する。さらに装置へのダメージが低減し、メンテナンスサイクルも長くすることができる。その結果、装置の稼働率や、生産性を向上できる。

【0040】

なお、上述した実施の形態では、方向性結合器 121 をパワーセンサ 114 と整合器 300 との間に設けたが、インピーダンスの整合が取れるのであれば、整合器 300 と電極 210 との間に設けるようにしても良い。

又、制御手段に AND 回路を設けて、検出器 122 から出力される 3 つの条件信号が全て取れた時、RF カット信号を出力するようにしたが、基板処理装置の種類や処理条件に応じて、 P_r レベル検出信号と微分レベル検出信号とを、AND 回路に代えて、OR 回路に加えるようにしても良い。これによれば、マイクロアーク抑制条件の (1) 又は (2) のいずれか一方が成立するだけでも、RF カット信号を出力して、強制的にマイクロアークの発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図 1】実施の形態による基板処理装置の高周波電源部の詳細図である。

【図 2】実施の形態による基板処理装置のブロック図である。

【図 3】実施の形態による高周波電源部の制御動作を説明する P_r 検出レベルと P_f 出力の制御特性図である。

【図 4】実施の形態による反射波が発生したときの P_r 検出レベルの説明図である。


【図 5】従来例と実施の形態とに共通する平行平板電極による容量結合型のプラズマ基板処理装置の概略説明図である。

【図 6】実施の形態による高周波電力波を示す説明図であり、(a) は P_f レベル波形図、(b) は P_r レベル波形図、(c) は遅延 P_f レベル波形図である。

【符号の説明】

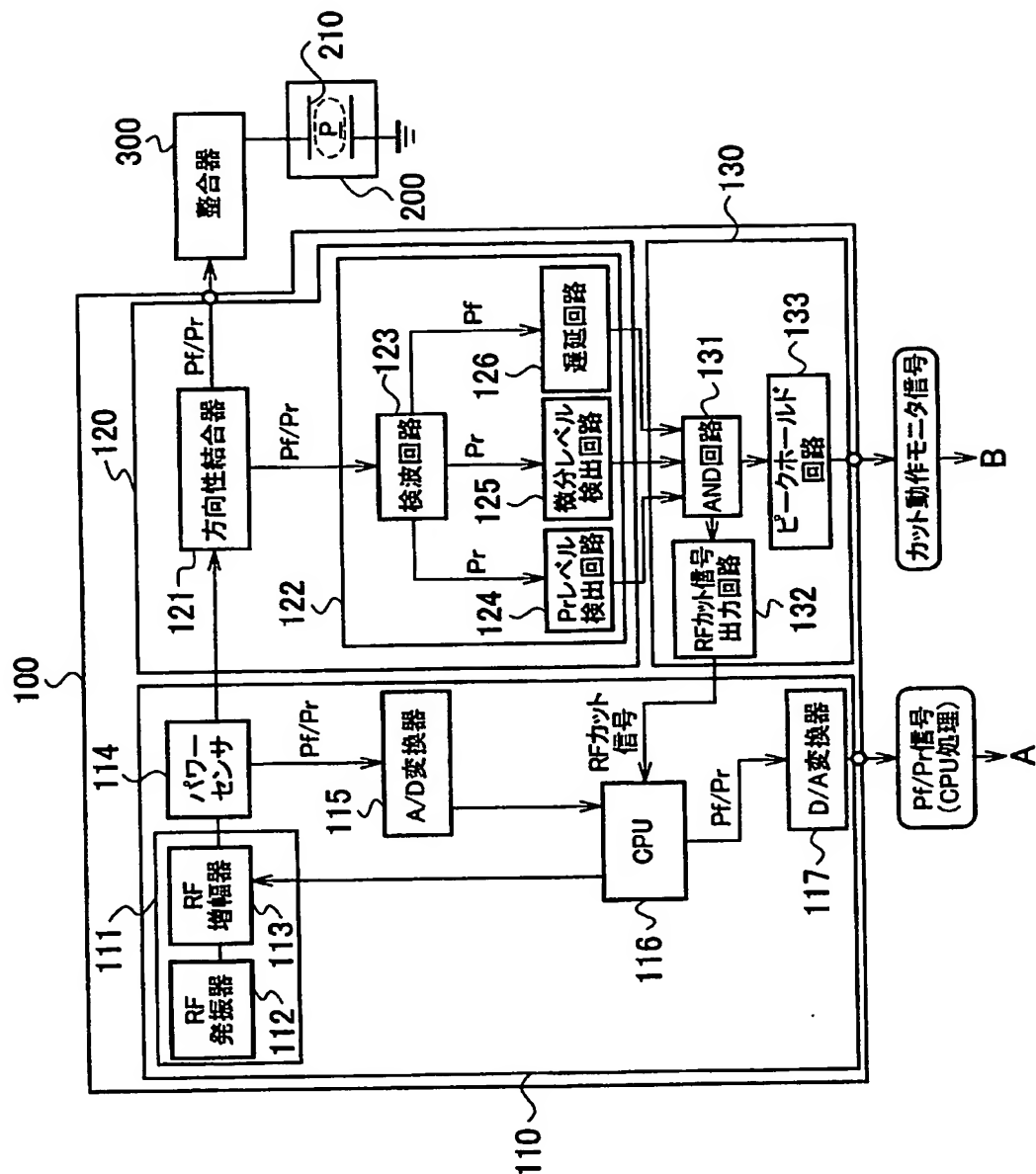
【0042】

P	プラズマ
100	高周波電源部
111	高周波電源
120	検出手段
121	方向性結合器
122	検出器
123	検波回路
126	遅延回路
130	制御手段

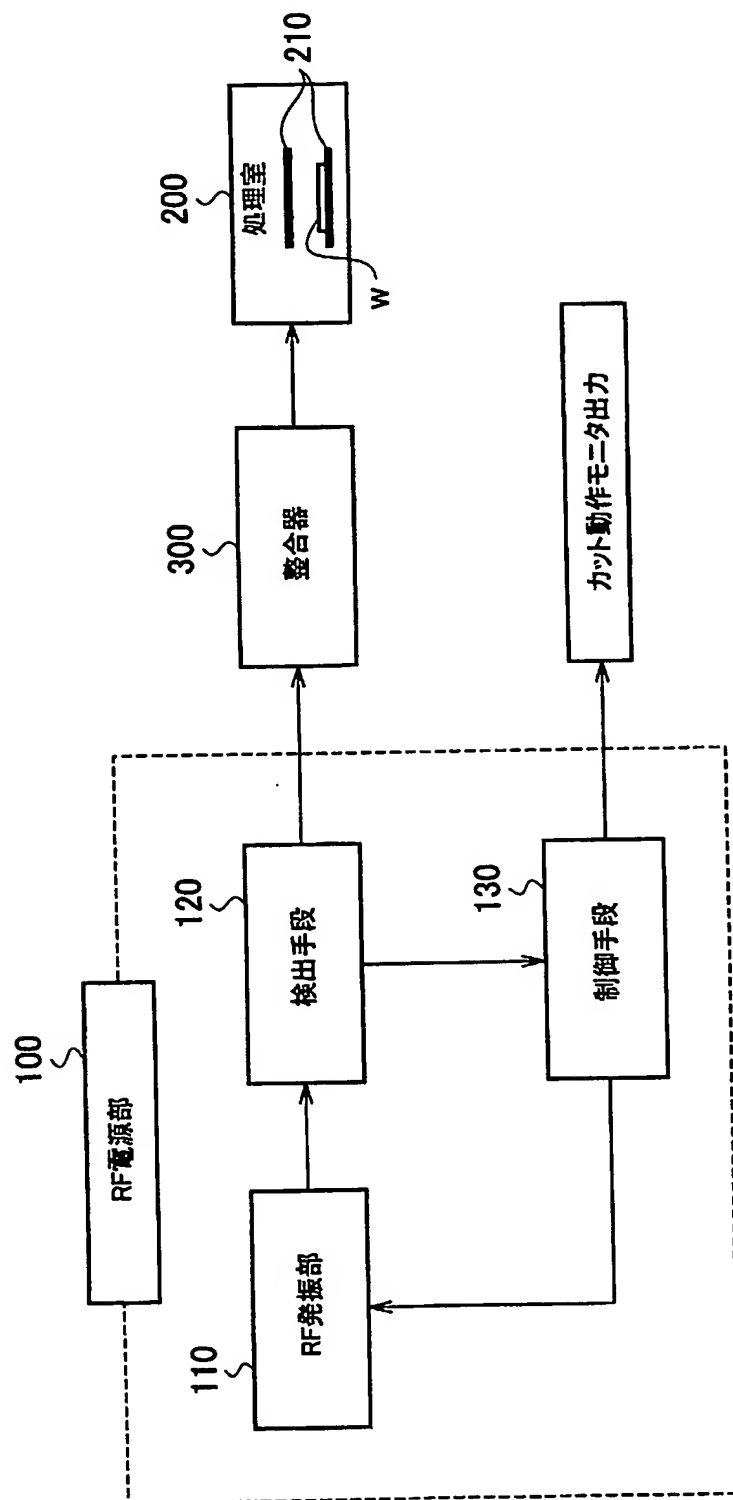


131 AND回路
132 RFカット信号出力回路
133 ピークホールド回路
200 処理室
210 電極（放電用電極）
300 整合器

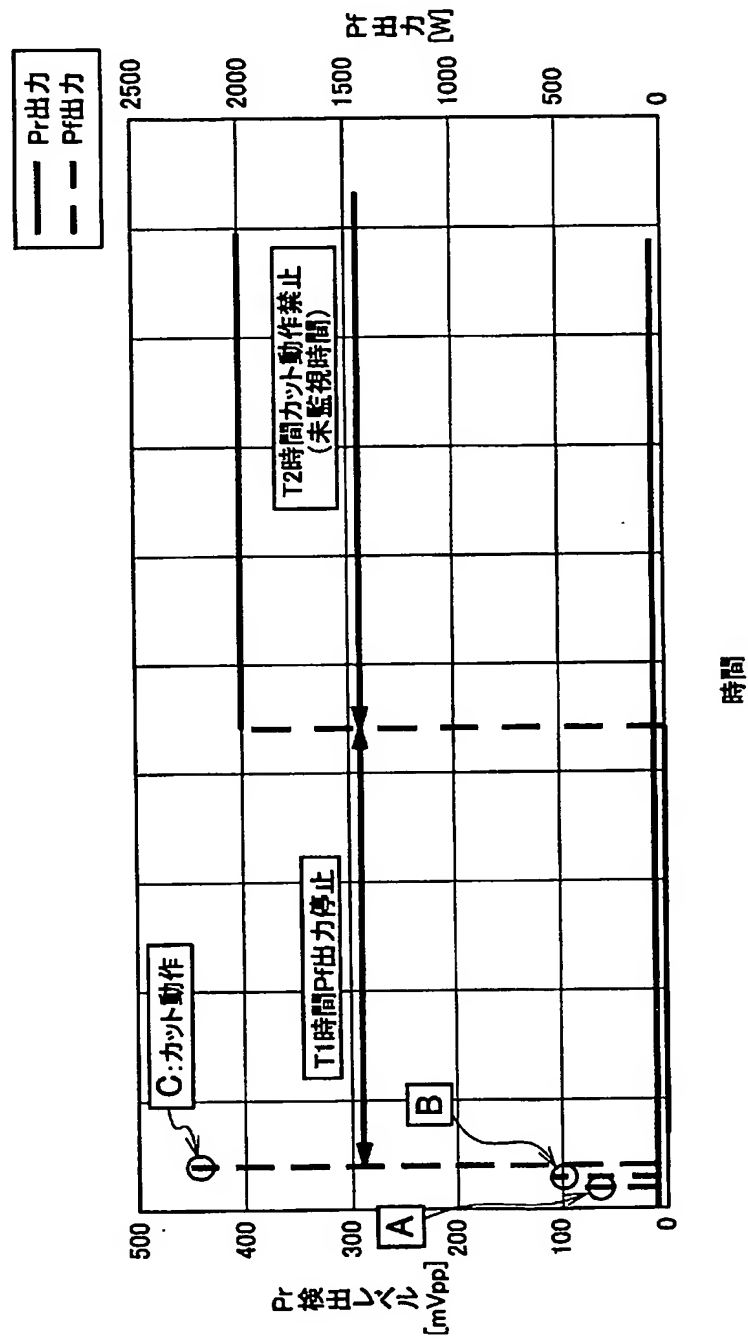
【書類名】図面
【図1】



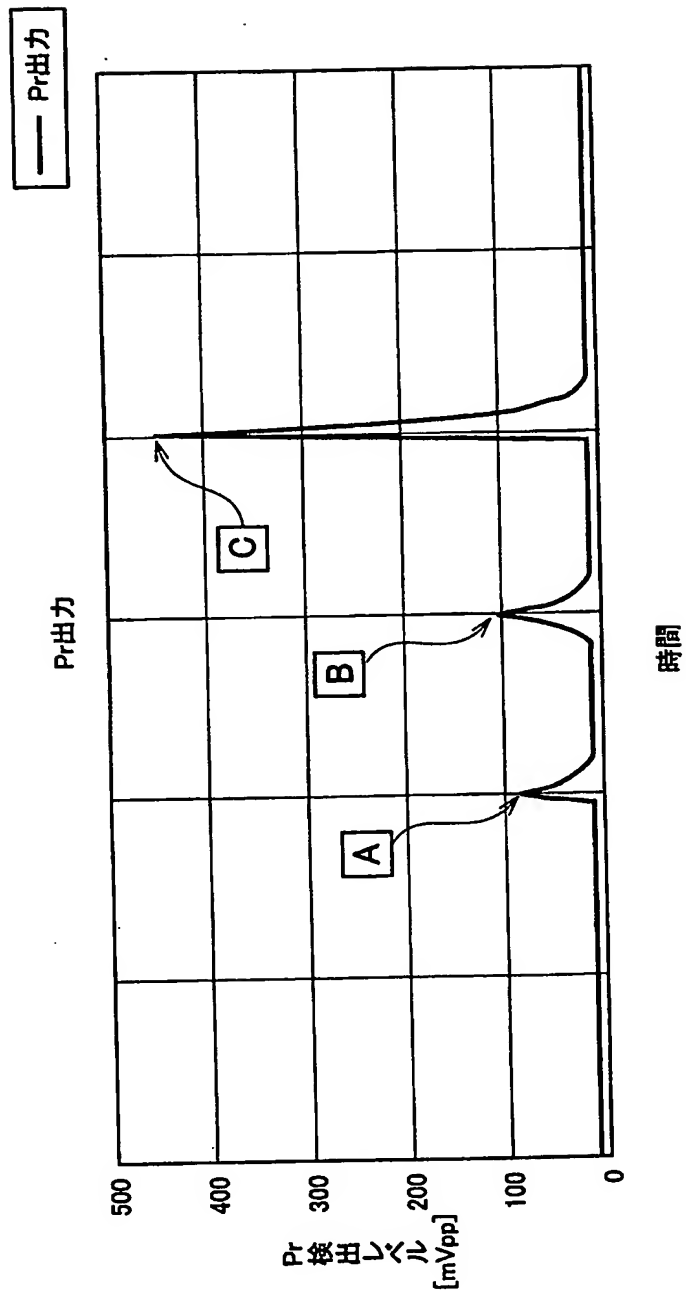
【図 2】



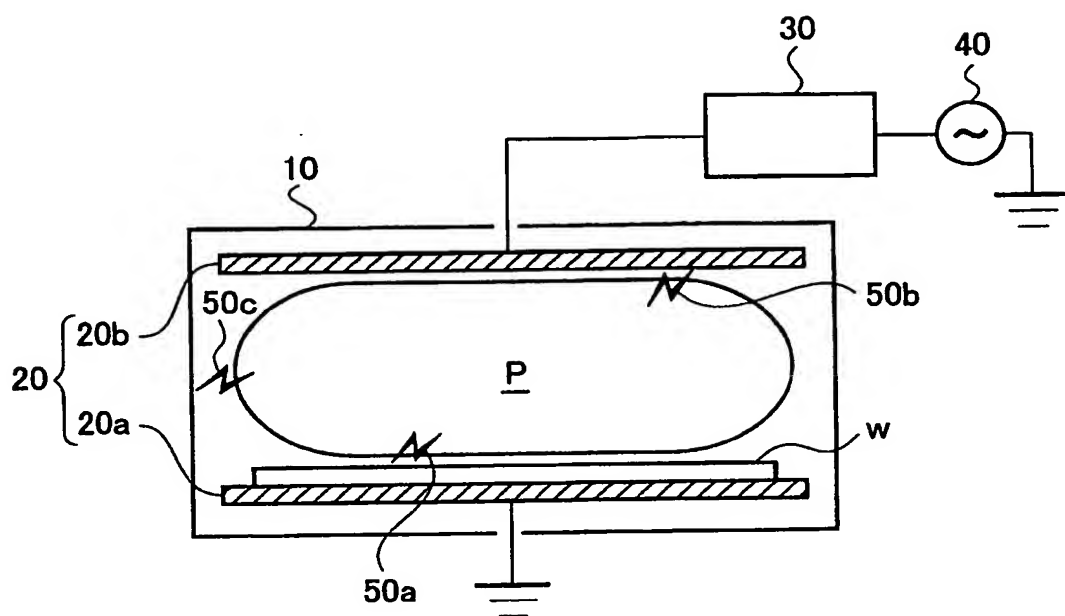
【図 3】



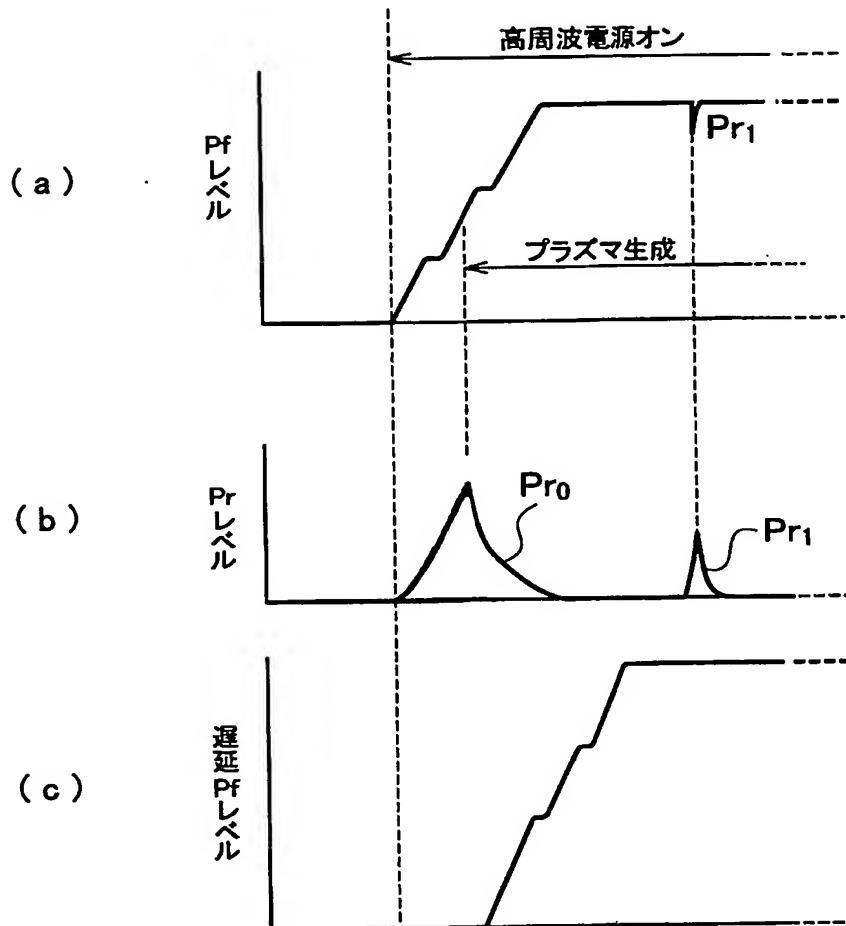
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マイクロアークの発生を検出して、装置や基板にダメージを与えるマイクロアークを有効に抑制する。

【解決手段】 基板処理装置は、高周波電源部 1 0 0 から整合器 3 0 0 を介して処理室 2 0 0 に設けた電極 2 1 0 に高周波電力を印加して、プラズマ P を発生するように構成される。高周波電源 1 1 1 と整合器 3 0 0 との間に方向性結合器 1 2 1 を設けて、電極 2 1 0 から反射する反射波、及び電極 2 1 0 に向かう進行波を検出器 1 2 2 に結合する。検出器 1 2 2 は反射波 P_r のレベル及びその微分レベルが各設定値を越えた時、検出信号を出力する。放電初期を検出期間から外すために、進行波を遅延させた遅延進行波も出力する。制御手段 1 3 0 は、検出器 1 2 2 から出力される 3 つの検出信号の一致がとれたとき、有害なマイクロアークが発生したとみなし、RF カット信号を CPU 1 1 6 に加え、高周波電源 1 1 1 からの高周波電力を一時停止する。

【選択図】 図 1

認定 - 付加情報

特許出願の番号	特願 2003-289223
受付番号	50301314961
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 8月 8日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 8月 7日

特願 2003-289223

出願人履歴情報

識別番号

[000001122]

1. 変更年月日
[変更理由]
住所
氏名

2001年 1月11日
名称変更
東京都中野区東中野三丁目14番20号
株式会社日立国際電気

特許協力条約

発信人 日本国特許庁 (国際調査機関)

REC'D 26 NOV 2004

WIPO

PCT

出願人代理人
油井 透

様

あて名

〒 1020072
日本国
東京都千代田区飯田橋4丁目6番1号 21東和ビル3階PCT
国際調査機関の見解書
(法施行規則第40条の2)
[PCT規則43の2.1]発送日
(日.月.年)

22.11.2004

出願人又は代理人
の書類記号 KSD39PCT487

今後の手続きについては、下記2を参照すること。

国際出願番号
PCT/JP2004/011162国際出願日
(日.月.年) 04.08.2004優先日
(日.月.年) 07.08.2003

国際特許分類 (IPC) Int. Cl. H05H1/46, H01L21/205, H01L21/3065, H01L21/304, C23C16/505.

出願人 (氏名又は名称)
株式会社 日立国際電気

1. この見解書は次の内容を含む。

- ☒ 第I欄 見解の基礎
☐ 第II欄 優先権
☐ 第III欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解の不作成
☐ 第IV欄 発明の単一性の欠如
☒ 第V欄 PCT規則43の2.1(a)(i)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
☒ 第VI欄 ある種の引用文献
☐ 第VII欄 国際出願の不備
☐ 第VIII欄 国際出願に対する意見

2. 今後の手続き

国際予備審査の請求がされた場合は、出願人がこの国際調査機関とは異なる国際予備審査機関を選択し、かつ、その国際予備審査機関がPCT規則66.1の2(b)の規定に基づいて国際調査機関の見解書を国際予備審査機関の見解書とみなさない旨を国際事務局に通知していた場合を除いて、この見解書は国際予備審査機関の最初の見解書とみなされる。

この見解書が上記のように国際予備審査機関の見解書とみなされる場合、様式PCT/ISA/220を送付した日から3月又は優先日から22月のうちいずれか遅く満了する期限が経過するまでに、出願人は国際予備審査機関に、適当な場合は補正書とともに、答弁書を提出することができる。

さらなる選択肢は、様式PCT/ISA/220を参照すること。

3. さらなる詳細は、様式PCT/ISA/220の備考を参照すること。

見解書を作成した日

02.11.2004

名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号特許庁審査官 (権限のある職員)
山口 敦司

2M 9216

電話番号 03-3581-1101 内線 6989

様式PCT/ISA/237 (表紙) (2004年1月)

第I欄 見解の基礎

1. この見解書は、下記に示す場合を除くほか、国際出願の言語を基礎として作成された。

- ☐ この見解書は、_____語による翻訳文を基礎として作成した。
それは国際調査のために提出されたPCT規則12.3及び23.1(b)にいう翻訳文の言語である。

2. この国際出願で開示されかつ請求の範囲に係る発明に不可欠なヌクレオチド又はアミノ酸配列に関して、以下に基づき見解書を作成した。

- a. タイプ ☐ 配列表
☐ 配列表に関連するテーブル
- b. フォーマット ☐ 書面
☐ コンピュータ読み取り可能な形式
- c. 提出時期 ☐ 出願時の国際出願に含まれる
☐ この国際出願と共にコンピュータ読み取り可能な形式により提出された
☐ 出願後に、調査のために、この国際調査機関に提出された

3. ☐ さらに、配列表又は配列表に関連するテーブルを提出した場合に、出願後に提出した配列若しくは追加して提出した配列が出願時に提出した配列と同一である旨、又は、出願時の開示を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

4. 補足意見：

第V欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についてのPCT規則43の2.1(a)(i)に定める見解、
それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	1, 2	有
	請求の範囲		無
進歩性 (IS)	請求の範囲		有
	請求の範囲	1, 2	無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1, 2	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明

請求の範囲第1, 2項について

文献1: JP 2000-133412 A(芝浦メカトロニクス株式会社) 2000.05.12 段落0017-0045, 図1-5

文献2: JP 9-92491 A(株式会社東芝) 1997.04.04 第4頁第6欄第27-48行

文献3: JP 57-159537 A(川崎重工業株式会社) 1982.10.01 第4頁左下欄第19行-第5頁左上欄第16行, 図1-3

文献4: JP 7-135098 A(ソニー株式会社) 1995.05.23 段落0012, 図1

文献5: JP 2001-516940 A(東京エレクトロン株式会社) 2001.10.02 段落0022-0025, 図2, 5, 10, 11

文献1には、グロー放電による基板処理技術において、反射波電圧 V_{pr} および進行波電圧 V_{pf} を検出し、検出結果に応じて、高周波電源RFに対して遮断時間を示す、持続時間を持ったアークカットパルスが与えられ、高周波電源RFは給電を停止する点について記載されている。

文献2には、プラズマ処理技術において、異常放電が発生したときに、パルス発生器14が高周波遮断パルスを生成し、この高周波遮断パルスはゲートの回路15により、インピーダンスの整合動作中は高周波スイッチ6に伝達されないものとする点について記載されている。

文献3には、グロー放電処理技術において、アーク放電が生起したときに、ゲート遮断回路18が作動して放電を遮断し、その後、ソフトスタート回路20によりソフトスタートを行うものであり、その場合、持続的アーク放電検出回路21は、上記ゲート遮断回路18、ソフトスタート回路20が作動しているときなどには動作しないように構成され、さらに、持続的アーク放電の検知により一時停止したグロー放電を再開する時期をタイマーの設定時間によるものとする点について記載されている。

(補充欄に続く)

第VI欄 ある種の引用文献

1. ある種の公表された文書(PCT規則43の2.1及び70.10)

出願番号 特許番号	公知日 (日. 月. 年)	出願日 (日. 月. 年)	優先日 (有効な優先権の主張) (日. 月. 年)
JP 2004-194420 A P, X	08. 07. 2004	11. 12. 2002	

2. 書面による開示以外の開示(PCT規則43の2.1及び70.9)

書面による開示以外の開示の種類	書面による開示以外の開示の日付 (日. 月. 年)	書面による開示以外の開示に言及している 書面の日付 (日. 月. 年)
-----------------	------------------------------	----------------------------------------

補充欄

いずれかの欄の大きさが足りない場合

第 V-2 欄の続き

文献4には、RFプラズマ処理技術において、アーク放電を検出する異常検出手段9を、マッチングネットワーク回路6と電極3との間に設ける点について記載されている。

文献5には、プラズマ状態に関する情報を検出する電気プローブまたは感知素子を、RFソース3と整合回路網20との間、整合回路網と電極との間に設ける点について記載されている。

とすると、文献1記載の技術に、文献2-3記載の技術を適用することにより、高周波電力の反射波を検出し、その結果に応じて、放電用電極への高周波電力の印加を一時停止するか又は一時低下させることは当業者が容易になし得ることである。そして、その適用の際に、反射波検出器を高周波電源と整合器の間、あるいは、整合器と放電用電極との間に設けることは、文献4-5に記載されているように当業者が適宜なし得ることである。

したがって、文献1-5から、請求の範囲第1, 2項に係る発明はその進歩性が認められない。